

# Quelques précisions sur les relations entre génotypes et phénotypes pour les caractères forme de la feuille et de la bractée chez le cotonnier *Gossypium hirsutum*

par B. HAU et J. SCHWENDIMAN \*

## RÉSUMÉ

La forme de la feuille est gouvernée principalement par deux séries alléliques, l'une située sur le chromosome A<sub>1</sub> (gène L<sup>1</sup> laciniée), l'autre sur le chromosome homéologue D<sub>1</sub> (gène L<sup>2</sup> superokra, L<sup>2c</sup> okra, etc.). Aux diverses combinaisons géniques qu'il est possible de réaliser, on a fait correspondre l'un des six phénotypes qui ont pu être définis. Une étude similaire a été réalisée avec les gènes qui conditionnent la forme de la bractée : types frego ou atrophié. Deux allèles fg<sup>am</sup> et fg<sup>at</sup> ont été reconnus, ils sont liés à un gène de pilosité.

CATLAND et SCHWENDIMAN (1976) ont établi un bilan de l'état actuel de nos connaissances sur les caractères qualitatifs du cotonnier *G. hirsutum*. Ceci nous a notamment montré que, pour certains d'entre eux, il règne encore des imprécisions quant aux phénotypes correspondant aux divers génotypes qu'il est possible d'obtenir. C'est particulièrement le cas des formes de la feuille ou de la bractée, d'autant que l'influence du contexte génétique peut être important sur l'expression phénotypique. Nous nous proposons, ici, d'apporter quelques précisions en décrivant les faciès relatifs à de nouvelles combinaisons géniques mettant en jeu diverses séries alléliques.

### A. Analyse des phénotypes correspondant à diverses combinaisons alléliques gouvernant la forme de la feuille

On connaît actuellement deux loci indépendants qui interviennent pour la réalisation de la forme de la feuille :

1. Un premier locus situé sur le chromosome A<sub>1</sub> possède deux allèles reconnus :

L<sup>1</sup> dominant donne une feuille laciniée ;

l<sup>1</sup> récessif donne une feuille entière (ou palmatilobée).

2. Un second locus situé sur le chromosome D<sub>1</sub> comporte actuellement quatre allèles, qui forment une série allélique avec, par ordre décroissant de la dominance :

L<sup>2</sup> feuille super okra ;

L<sup>2c</sup> feuille okra ;

I feuille normale,

ainsi que l'allèle L<sup>2s</sup> (feuille sub-okra) non étudié ici.

Les croisements entre les génotypes suivants ont été réalisés, et les observations ont porté sur les générations parentales F<sub>1</sub> et F<sub>2</sub> (obtenues par autofécondation de la F<sub>1</sub>) :

- |  |   |   |
|--|---|---|
| (1) L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> feuille super okra | × | II l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> feuille entière ;  |
| (2) L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> feuille super okra | × | II L <sup>2</sup> L <sup>2</sup> feuille laciniée ; |
| (3) L <sup>1</sup> L <sup>2</sup> l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> feuille okra       | × | II l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> feuille entière ;  |
| (4) L <sup>1</sup> L <sup>2c</sup> l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> feuille okra      | × | II L <sup>2</sup> L <sup>2</sup> feuille laciniée ; |
| (5) II L <sup>2</sup> L <sup>2</sup> feuille laciniée                              | × | II l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> feuille entière.   |

Ces cinq croisements effectués à partir de quatre parents permettent de réaliser 17 combinaisons génotypiques sur les 18 possibles. Les observations n'ont toutefois permis de reconnaître que six phénotypes différents, décrits ci-dessous et représentés sur la figure 1 ; par l'examen des ségrégations, nous avons tenté d'établir les relations entre chacun de ces phénotypes et le ou les génotypes qui lui correspondent (tabl. 1).

\* Laboratoire de cytogénétique, I.R.C.T., B.P. 604, Bouaké Côte d'Ivoire.

Tableau 1. — Proportions génotypiques et phénotypiques dans la descendance de croisements entre divers types de feuilles et vérification de la conformité des attributions génotypiques.

Nature du croisement	Génération F <sub>1</sub>		Génération F <sub>2</sub>			de conformité à l'hypothèse $\chi^2$
	Génotypes	Phénotypes	Génotypes	Fréquence théorique	Phénotypes correspondants et nombre de plants observés	
Feuille super okra L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> × Feuille entière II l <sup>1</sup> l <sup>1</sup>	L <sup>1</sup> I l <sup>1</sup> l <sup>1</sup>	okra à lobes larges	L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> L <sup>1</sup> I l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> I I l <sup>1</sup> l <sup>1</sup>	1/4 1/2 1/4	super okra 8 okra lobes larges 19 entière 4	2,61 <sup>ns</sup> (2 dl)
Feuille super okra L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> × Feuille laciniée II L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> l <sup>1</sup>	L <sup>1</sup> I l <sup>1</sup> l <sup>1</sup>	okra	L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> L <sup>1</sup> I L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> L <sup>1</sup> I l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> L <sup>1</sup> I l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> I I L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> I I L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> I I l <sup>1</sup> l <sup>1</sup>	1/16 1/8 1/16 1/8 1/4 1/8 1/16 1/8 1/16	super okra 25 okra 20 okra lobes larges 16 laciniée 10 entière 7	7,03 <sup>ns</sup> (4 dl)
Feuille okra L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> × Feuille entière II l <sup>1</sup> l <sup>1</sup>	L <sup>1</sup> I l <sup>1</sup> l <sup>1</sup>	laciniée	L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> L <sup>1</sup> I l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> I I l <sup>1</sup> l <sup>1</sup>	1/4 1/2 1/4	okra 18 laciniée 39 entière 21	0,23 <sup>ns</sup> (2 dl)
Feuille okra L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> × Feuille laciniée II L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> l <sup>1</sup>	L <sup>1</sup> I l <sup>1</sup> l <sup>1</sup>	okra laciniée	L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> L <sup>1</sup> I L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> L <sup>1</sup> I l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> L <sup>1</sup> I l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> I I L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> I I L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> I I l <sup>1</sup> l <sup>1</sup>	1/16 1/8 1/16 1/8 1/4 1/8 1/16 1/8 1/16	okra 24 okra laciniée 31 laciniée 18 entière 7	3,59 <sup>ns</sup> (3 dl)
Feuille laciniée II L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> × Feuille entière II l <sup>1</sup> l <sup>1</sup>	II l <sup>1</sup> l <sup>1</sup>	laciniée	I I L <sup>1</sup> L <sup>1</sup> l <sup>1</sup> I I l <sup>1</sup> l <sup>1</sup> I I l <sup>1</sup> l <sup>1</sup>	1/4 1/2 1/4	laciniée 69 entière 12	4,48 <sup>*</sup> (1 dl)



Fig. 1. — a) Feuille laciniée ; b) Feuille entière ; c) Feuille okra ; d) Feuille super-okra ; e) Feuille okra laciniée ; f) Feuille okra à lobes larges.

a) *Feuille laciniée* (fig. 1-a)

Cinq lobes dont la largeur représente environ le tiers de la longueur. Les sillons qui les séparent sont bien marqués, leur base se situant au cinquième environ de la longueur totale du lobe principal.

Les lobes montrent quelquefois des dentelures.

Cinq génotypes possibles :

II  $L^1L^1$ , II  $L^1L^2$ ,  $L^2I$   $L^1L^1$ ,  
 $L^2I$   $L^1L^1$ ,  $L^2I$   $L^1L^1$ .

b) *Feuille entière* (fig. 1-b)

Cinq lobes très larges (largeur du lobe principal représentant environ la moitié de la longueur de la feuille), sillons peu marqués n'atteignant guère plus de la moitié du lobe.

Une seule formule génotypique II  $L^1L^1$  donne cette forme de la feuille et elle correspond à l'état récessif homozygote pour les deux loci.

c) *Feuille okra* (fig. 1-c)

Trois à cinq lobes très étroits, dont la largeur n'excède pas le dixième de la longueur. Les sillons parviennent jusqu'à un point très proche de l'insertion de la feuille sur le pétiole.

Cinq génotypes :

$L^2L^2$   $L^1L^1$ ,  $L^2L^2$   $L^1L^1$ ,  $L^2L^2$   $L^1L^1$ ,

mais aussi :

$L^2I$   $L^1L^1$  et  $L^2I$   $L^1L^1$ .

On voit, d'une part, que la feuille est okra lorsque l'allèle  $L^2$  est présent à l'état homozygote. Mais ce phénotype se réalise aussi par l'association d'un seul allèle  $L^2$  et d'un ou deux allèles  $L^1$  du locus situé sur le chromosome A<sub>1</sub>.

d) *Feuille super okra* (fig. 1-d)

Un lobe unique très étroit, dont la largeur ne représente que le dixième environ de la longueur. Ce phénotype ne s'exprime pleinement que sur les plants adultes, les feuilles étant successivement entières, laciniées, okra puis, enfin, super okra.

Trois génotypes :

$L^2L^2$ ,  $L^1L^1$ ,  $L^2L^2$   $L^1L^1$  et  $L^2L^2$   $L^1L^1$ .

Les plantes à feuilles super okra sont nécessairement homozygotes  $L^2L^2$ .

Néanmoins, des observations faites sur d'autres croisements non rapportés ici, notamment entre des parents respectivement à feuilles super okra et okra, montrent qu'à l'hétérozygote  $L^2L^2$  correspondait une feuille de type super okra.

## e) Feuille okra laciniée (fig. 1-e)

Cette feuille possède cinq lobes dont la largeur est intermédiaire entre les types purs okra et laciniée, décrits auparavant; la largeur du lobe central représente environ le quart de sa longueur, tandis que ce rapport est plus faible pour les autres lobes. Cette feuille est bien découpée, la base des sillons se trouvant à environ 2 cm de l'insertion sur le pétiole. Le lobe principal est fréquemment orné de dentelures.

Deux génotypes :

$L^s I$   $L^s L^s$  et  $L^s I$   $L^s L^s$ .

## f) Feuille okra à lobes larges (fig. 1-f)

Ce type de feuilles diffère essentiellement du phénotype okra précédemment décrit, par le fait que les lobes sont ici deux fois plus larges (1/3 de la longueur). C'est particulièrement net pour le lobe principal, dont la largeur maximale se situe au milieu de la longueur.

Un seul génotype :  $L^s I$   $L^s L^s$ .

Quelques remarques se dégagent des observations :

- On voit évidemment qu'il n'a pas été possible de rattacher à tous les génotypes une forme particulière de la feuille;
- Les allèles  $L^s$  et  $L^c$  montrent une dominance partielle;

- L'allèle  $L^s$  est, lui, totalement dominant sur  $L^c$ ;
- il existe des interactions entre les deux loci situés sur des chromosomes homéologues pour la réalisation du phénotype, la présence de l'allèle  $L^s$  venant accentuer la laciniation induite par la présence de  $L^s$  ou  $L^c$  au second locus.

## B. Phénotypes obtenus par le cumul de divers gènes gouvernant la forme de la bractée

1 - Le caractère bractée frego est consécutif à la présence à l'état homozygote d'un allèle récessif  $fg$ , l'allèle dominant  $Fg$  conférant une bractée normale (fig. 2-a), même à l'état hétérozygote. Nous avons observé une population  $F_2$  issue d'un croisement entre deux lignées, toutes deux à bractées frego. L'un des parents était la variété Stoneville 7A qui portait en sus les caractères okra, nectariless et glabra; l'autre, la variété H 406-7, pileuse, descendant d'un triple hybride HAR (*G. hirsutum* × *G. arboreum* × *G. raimondii*). Nous avions auparavant transféré à cette dernière variété un gène frego (d'origine indéterminée) et porté jusqu'alors par une lignée issue de la station I.R.C.T. de Bebedjia au Tchad.

L'examen des phénotypes parentaux, mais surtout de la ségrégation obtenue en  $F_2$  (tabl. 2), nous amène à conclure à l'existence de deux allèles  $fg^{af}$  (porté par H 406-7) et  $fg^{am}$  (porté par Stoneville 7A), induisant tous deux des bractées frego, quoique phénotypiquement dissemblables. L'allèle  $fg^{af}$  est dominant sur  $fg^{am}$ .

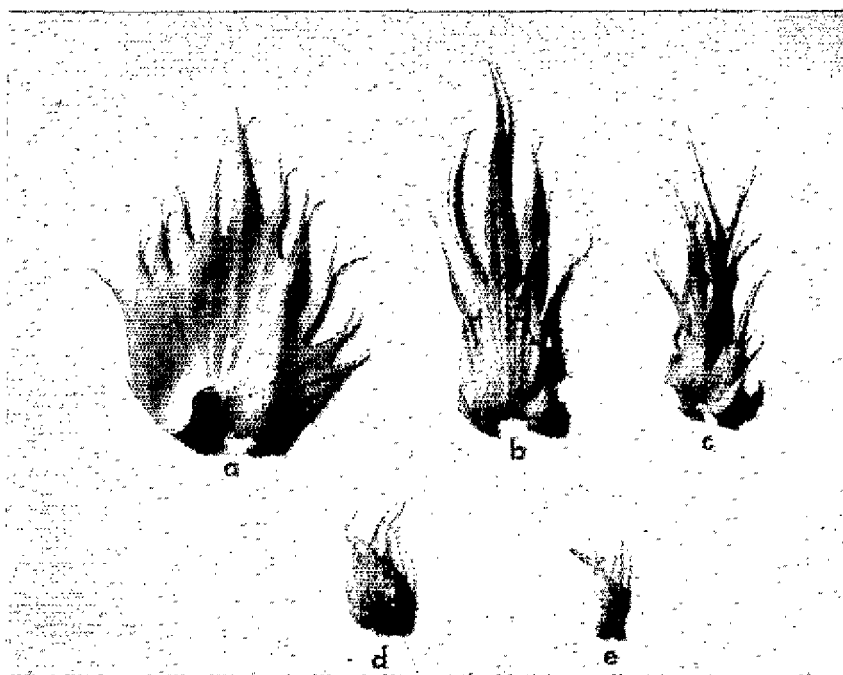


Fig. 2. — a) Bractée normale  $Fg Fg$ ; b) Bractée frego  $fg^{af} fg^{af}$  dite type africain; c) Bractée frego  $fg^{am} fg^{am}$  dite type américain; d) Bractée atrophiée; e) Bractée atrophiée frego  $br, br, br, br, fg^{af} fg^{af}$ .

Tableau 2. — Ségrégation en génération F<sub>2</sub> des allèles  $fg^{af}$  et  $fg^{am}$  et du caractère pilosité de la plante.

Type de la bractée	Bractée type africain $fg^{af}$		Bractée type américain $fg^{am}$	
	pileuse	glabre	pileuse	glabre
Pilosité de la plante .....				
Effectifs observés .....	121	13	9	40
Total .....	134		49	

Les données concernant le type de la bractée sont en accord avec l'hypothèse 3  $fg^{af}$ : 1  $fg^{am}$  ( $\chi^2$  de conformité = 0,308 non significatif pour 1 degré de liberté).

La bractée frego  $fg^{af}$   $fg^{af}$  est relativement large et torsadée, sans que le limbe de la bractée parvienne toutefois à s'enrouler complètement sur lui-même. Les dents de cette bractée sont longues et larges (fig. 2-b).

La bractée frego  $fg^{am}$   $fg^{am}$  est nettement plus étroite que la précédente. Elle s'enroule complètement sur elle-même et montre des dents filiformes (fig. 2-c).

En ce qui concerne la pilosité, les ségrégations obtenues sont conformes à l'hypothèse 3 plantes pileuses: 1 plante glabre ( $\chi^2 = 1,532$  pour 1 d.l.). Mais le test d'indépendance entre les deux caractères analysés est hautement significatif:  $\chi^2 = 90,233$  pour 3 d.l., valeur calculée à partir des fréquences géniques réellement observées. Il existe donc une liaison et, à l'aide de la méthode du maximum de vraisemblance, on peut estimer que les deux caractères sont situés sur le même chromosome (groupe de linkage VI), à environ 12 unités de recombinaison.

Ce résultat, bien qu'intéressant, nécessite toutefois des précisions supplémentaires que nous ne sommes pas actuellement en mesure de fournir, notamment en ce qui concerne la localisation de ce nouveau gène de pilosité, appelé provisoirement H3, par rapport au gène accessoire involucre ia, situé sur ce groupe de linkage. La liaison avec frego montrant qu'il ne s'agit pas du gène pilose H2 (groupe de linkage IV du chromosome A6), des croisements appropriés nous permettront de préciser ultérieurement les répartitions de la pilosité sur la plante en fonction des divers génotypes possibles.

2 - Nous avons associé sur une même plante le caractère bractée frego dû à la présence des allèles  $fg^{af}$   $fg^{af}$  et celui qui détermine une bractée atrophiée (fig. 2-d) consécutive à la présence simultanée des deux gènes indépendants  $br_1$  et  $br_2$  à l'état récessif (SCHWENDIMAN et BENITEZ, 1974).

La bractée ainsi obtenue cumule les effets particuliers de ces deux caractères, réalisant un phénotype de bractée atrophiée, mais étroite et torsadée (fig. 2-e). Bien souvent, cette bractée est minuscule, elle disparaît même quelquefois lorsqu'il se produit

une subérisation à sa base qui entraîne sa chute ultérieure. Certains plants ayant le génotype  $fg^{af}$   $fg^{af}$   $br_1$   $br_1$   $br_2$   $br_2$  montrent des déformations foliaires provoquées par une disharmonie de la vitesse de croissance du limbe et des nervures. Enfin, la bractée jouant un rôle important pour la nutrition de la capsule, ces plantes à bractées atrophiées frego possèdent des capsules trop petites pour envisager l'exploitation pratique de ce phénotype.

## BIBLIOGRAPHIE

- CATELAND B. et J. SCHWENDIMAN, 1976. — Etat actuel des connaissances sur les caractères qualitatifs du cotonnier *Gossypium hirsutum*. *Cot. Fib. trop.*, 31, 391-407.
- SCHWENDIMAN J. et R. BENITEZ, 1974. — Nouvel examen du déterminisme génétique de la bractée atrophiée chez le cotonnier. *Cot. Fib. trop.*, 29, 227-230.

## SUMMARY

Leaf shape is mainly controlled by two allelic series: one situated on chromosome A<sub>1</sub> (laciniate gene L<sup>1</sup>), the other on the homeologous chromosome D<sub>1</sub> (super okra gene L<sup>2</sup>, okra L<sup>2</sup>, etc.). Each of the different gene combinations obtained corresponded to one of six possible phenotypes. A similar study was carried out on the genes controlling the shape of the bract: frego or atrophied. Two alleles  $fg^{am}$  and  $fg^{af}$  were distinguished, linked to a hairiness gene.

## RESUMEN

La forma de la hoja está mandada principalmente por dos series alélicas, una situada en el cromosoma A<sub>1</sub> (gene L<sup>1</sup> laciniato), la otra en el cromosoma homeólogo D<sub>1</sub> (gene L<sup>2</sup> super-okra, L<sup>2</sup> okra, etc.) A las diversas combinaciones génicas que se pueden realizar, se hacen corresponder uno de los seis fenotipos que han podido ser definidos. Un estudio similar ha podido ser realizado con los genes que determinan la forma de la bractea: tipos frego o atrofiado. Dos alelos  $fg^{am}$  y  $fg^{af}$  han sido reconocidos, se encuentran vinculados a un gene de pilosidad.